

PCS 및 IMT-2000 이중대역용 광대역 모노폴 안테나 설계

*문 정 익(文 禎 翊), *박 성 옥(朴 星 昱)

*한국정보통신대학원대학교 공학부

전화 : (042) 866-6202 / 팩스 : (042) 866-6227

The Design of the Broadband Monopole antenna for PCS and IMT-2000 Dual band application

Jung Ick Moon, Seong Ook Park

School of Engineering Information and Communications University

E-mail : jungick@icu.ac.kr , sopark@icu.ac.kr

Abstract

In this paper, a novel broadband monopole antenna is investigated experimentally. Our broadband monopole antenna yields the largest bandwidth from 1.72 ~ 2.2 GHz (24.2 %) for VSWR<1.2 . So, this antenna can be designed to extend enough the coverage of dual band(PCS+IMT-2000). The measurements and computations are confirmed to operating of the our broadband antenna, whose electrical characteristics have an attractive feature as handset communication applications.

I. 서론

800 MHz대의 이동통신 서비스에서 IMT-2000 상용화를 눈앞에 둔 현시점에 이르기까지 국내의 안테나 시장은 눈부신 발전을 이루고 있다. 현재의 안테나 시장은 소형화와 광대역화 문제를 얼마나 효율적으로 해결하고 제품화 단계에서 생산비용을 최소화하는 문제에 이르기까지 매우 복잡하고 어려운 설계 사양을 요구하고 있다.[1-6]

이제까지 이동통신용 안테나로 가장 많이 사용되고 있는 안테나는 크게 평판형(patch type)과 모노폴 안테나(monopole antenna)이며 특히 모노폴 안테나는 제작하기가 쉽고 비용이 저렴할 뿐만 아니라 대역폭도 평

판형보다는 넓은 편이다.[1-6] 이미 Cellular와 PCS를 동시에 서비스 할 수 있는 모노폴 안테나는 개발 되었으며 Cellular 와 PCS에서 사용하는 주파수가 배수 관계에 있으므로 특별한 안테나 설계 기술보다는 안테나 공진특성상 비교적 용이하게 제작이 가능하였다.

그러나, 앞으로 제공될 IMT-2000 서비스(1920~2200 MHz) 뿐만 아니라 기존의 PCS대역(1750~1870 MHz)을 하나의 안테나로 사용할 경우 22.7 % 정도 (VSWR<2)의 대역폭을 가지는 안테나가 필요하게 되며 제품 설계사양인 VSWR < 1.5 인 범위를 만족할 경우 반사손실이 -10 dB인 대역폭은 40 % 이상이 되어야 한다.

따라서 기존의 모노폴 안테나보다 대역폭이 넓은 광대역 안테나 개발이 현재 필요한 상황이며 본 논문에서는 모노폴 안테나와 원통패치에 발생하는 이중공진으로 24.2 %(VSWR<1.2)의 대역폭을 가지는 광대역 안테나를 소개하고 있다. 또한, 안테나의 공진특성과 여러 설계 파라미터들간의 관계를 실험을 통하여 확인하고 있다.

II. 광대역 안테나의 구조

그림 1과 그림 2는 본 논문에서 제안한 광대역 안테나의 구조를 보여주고 있다.

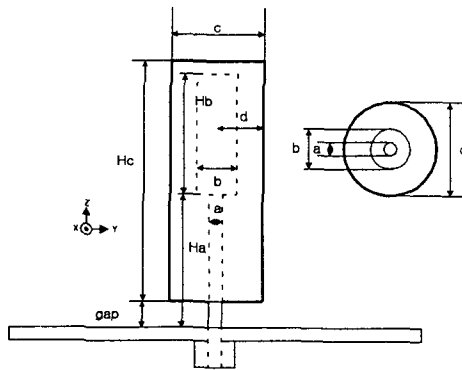


그림 1 광대역 안테나의 구조

Fig. 1 The structure of a broadband antenna

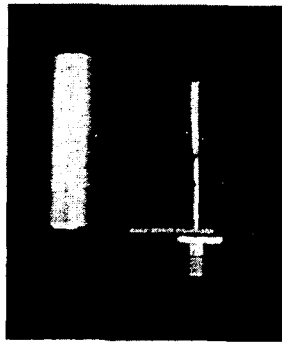


그림 2 광대역 안테나의 내부도체와 원통패치

Fig. 2 The inner conductor and cylindrical patch of the broadband antenna

일반적인 모노폴 안테나 구조를 변형시켜 중앙의 내부도체를 원통형 방사패치가 감싸고 있는 구조이다. 본 논문의 안테나는 주파수상의 2개 공진점간의 간격을 적절히 조절하여 광대역 특성을 얻은 것인데, 중앙의 내부도체에 흐르는 전류가 발생하는 1차 공진과 내심에 흐르는 전류가 원통패치에 유기시킨 전류로 2차 공진이 발생하도록 설계된 구조이다.

III. 설계 파라미터에 따른 공진특성 변화

본 논문에서 제안한 안테나의 주요 설계 파라미터는 그림 1에서 표시한 바와 같이 내심의 굵기(a, b), 높이(Ha, Hb), 원통패치의 직경(c), 높이(Hc), 내심과 원통패치간의 거리(d) 그리고 원통패치와 접지면간의 공극(gap)이 된다. 이 중에서 공진점간의 거리를 조절하는 원통패치의 직경과 높이, 공극은 안테나 설계에서 매우 중요한 요소가 된다.

PCS와 IMT-2000 이중 대역용으로 안테나를 설계하기 위하여 본 논문에서는 내심의 길이 Ha, Hb를 중심 주파수(1.975 GHz)에 대한 파장의 약 1/4이 되도록 각각 18 mm로 설정하고, a=1.3mm, b=2.07, 2.56mm, 원통패치의 길이 Hc는 35~38 mm 정도로 설계하여 안테나 특성을 살펴보았다.

아래 그림 3과 표 1은 원통패치의 직경(c)에 따른 공진점의 변화를 보여주고 있으며 직경의 증가함에 따라 주파수상의 2차 공진점의 위치가 점차 낮아짐을 알 수 있다. 또한, 본 논문의 안테나가 가지는 대역폭은 대부분 40%이상으로 기존의 안테나보다 매우 광대역 특성을 가짐을 확인 할 수 있다. 그러나, 원통패치의 직경을 계속 증가시키는 것은 안테나의 소형화 측면에서 바람직한 방법은 아니므로 다음에 소개할 내용에서와 같이 다양한 설계 파라미터에 대한 공진특성 분석을 할 필요가 있다.

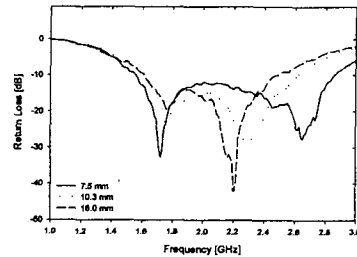


그림 3 원통패치의 직경에 따른 공진점 변화

(a=1.3mm, b=2.07 mm)

Fig. 3 Variations of resonant points according to the diameter of cylindrical patch

표 1 원통패치의 직경에 따른 공진점 변화

(a=1.3mm, b=2.07 mm)

Table. 1 Variations of resonant points according to the diameter of cylindrical patch

c (mm)	1st pole (GHz)	2nd pole (GHz)	gap (mm)	Hc (mm)	bandwidth (VSWR<2)
7.5	1.72	2.65	3.0	35.3	58.8
10.3	1.75	2.30	2.0	37.2	47.0
16.0	1.75	2.20	5.0	38.1	41.3

그림 4와 표 2는 원통패치의 높이에 따른 공진점의 변화를 보여주고 있는데 패치의 높이가 증가할수록 2차 공진점의 위치가 낮아짐을 알 수 있으며 안테나의 공진주파수를 결정하는 중요한 요소가 된다.

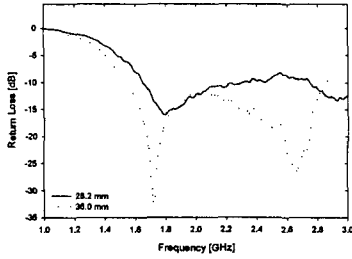


그림 4 원통패치의 높이에 따른 공진점 변화
(a=1.3mm, b=2.07 mm, c=7.5 mm)

Fig. 4 Variations of resonant points according to the height of cylindrical patch

표 2 원통패치의 높이에 따른 공진점 변화
(a=1.3mm, b=2.07 mm, c=7.5 mm)

Table. 2 Variations of resonant points according to the height of cylindrical patch

Hc (mm)	1st pole (GHz)	2nd pole (GHz)	gap (mm)	bandwidth (VSWR<2)
28.2	1.79	2.65	3.0	33.3
36.0	1.72	2.65	2.0	58.8

다음으로 그림 5와 그림 6에서는 원통패치와 접지면 간의 공극(gap)과 내심의 직경(b)에 따른 공진특성의 변화를 보여주고 있다. 공극(gap)과 직경(b)은 안테나의 각 공진점간의 임피던스 매칭에 많은 영향을 주는 설계 파라미터이며 적절히 조절할 경우 그림 5에서 알 수 있듯이 공극이 2.6 mm인 경우 1.72~2.2 GHz 대역에서 반사손실이 -20 dB이하(VSWR<1.2)이고 대역폭이 24.2 %인 매우 우수한 대역특성을 가질 수 있다.

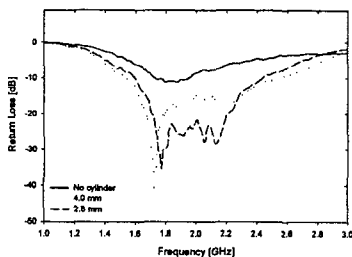


그림 5 공극의 높이에 따른 공진특성 변화
(a=1.3 mm, b=2.56 mm, c=13.6 mm, Hc=35.3 mm)

Fig. 5 Variations of resonant characteristics according to the height of air gap

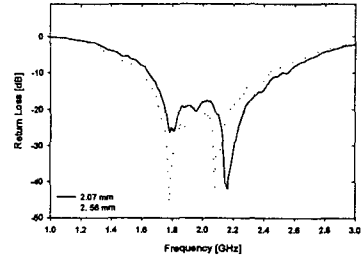


그림 6 내심도체의 직경(b)에 따른 공진특성 변화
(a=1.3 mm, c=13.6 mm, Hc=35.3 mm)

Fig. 6 Variations of resonant characteristics according to the diameter of inner conductor (b)

그림 7에서는 내심과 원통패치간의 간격(d)에 따른 공진특성을 살펴보고 있다. d=3.87 mm인 경우는 내심과 원통패치의 중심이 일치할 때이며 d=0.0 mm인 경우는 내심과 패치가 서로 접할 경우를 의미한다. 아래 그림에서 알 수 있듯이 내심과 원통패치의 중심이 일치할 경우 공진특성이 가장 양호함을 알 수 있다.

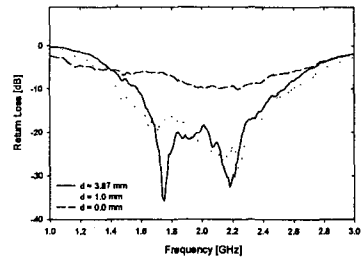


그림 7 내심도체와 원통패치간의 간격(d)에 따른 공진특성 변화(a=1.3 mm, b=2.56 mm, c=10.3 mm, Hc=35.3 mm, gap=1.5 mm)

Fig. 7 Variations of resonant characteristics according to the distance(d) between inner conductor and cylindrical patch

다음의 그림 8에서 그림 10까지는 a=1.3 mm, b=2.56 mm, c=13.6 mm, Hc=35.3 mm 인 설계 파라미터에 대한 실험치와 상용프로그램[7]을 사용한 반사손실 계산치의 비교와 방사패턴에 대한 계산치를 보여주고 있다. 반사손실의 경우 실험치와 계산치가 대체로 양호한 수렴을 나타내고 있으며 본 논문의 광대역 안테나에 대한 방사패턴의 경우 일반적인 모노폴 안테나와 마찬가지로 omni-direction한 특성을 나타내고 최대 3.4 dBi의 방사이득으로 계산되었다.

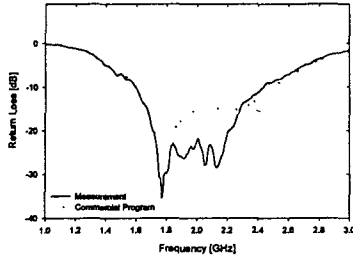


그림 8. 반사손실에 대한 실험치와 계산치 비교
 Fig. 8 Comparison measurement with calculated result to return loss

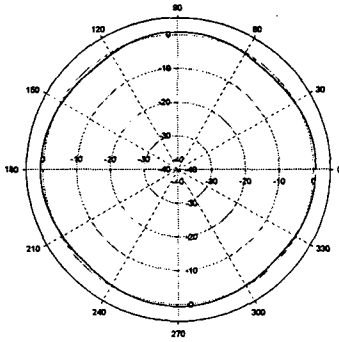


그림 9. 광대역 안테나의 방사패턴 계산치(XY평면)
 Fig. 9 The calculated radiation pattern of a broadband antenna(XY-plane)

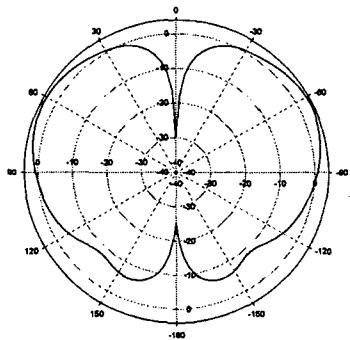


그림 10. 광대역 안테나의 방사패턴 계산치(YZ평면)
 Fig. 10 The calculated radiation pattern of a broadband antenna(YZ-plane)

IV. 결론

이상으로 본 논문에서는 원통형 방사패치 내에 도체의 직경이 변하는 모노폴 안테나를 삽입시켜 PCS와 IMT-2000 이중대역에서 반사손실이 -20 dB이하 (VSWR<1.2)이고 대역폭이 24.2 %인 광대역 모노폴 안테나를 설계하고 실험과 시뮬레이션을 통하여 그 특성을 확인하였다. 또한, 방사패턴은 일반적인 모노폴 안테나와 마찬가지로 omni-direction한 특성을 보이고 있었으며 최대 3.4 dBi의 우수한 방사이득을 가지는 것으로 계산되었다.

향후 본 논문에서 제시한 광대역 안테나 구조의 여러 가지 설계 파라미터에 따른 안테나 공진특성의 변화를 살펴봄으로써 이와 같은 형태의 광대역 안테나를 설계할 경우 공진특성과 임피던스 매칭 기술 연구에 중요한 역할을 할 것으로 사려된다.

참고문헌

- [1] James McLean, Heinrich Foltz, and Gentry Crook, "Broadband, Robust, Low-profile Monopole Incorporating Top loading, Dielectric Loading, and a Distributed Capacitive Feed Mechanism", Antennas and Propagation Society 1999, IEEE International Symposium, Vol, 3 pp. 1562-1565
- [2] H. Lebbar, M. Himdi and J.P. Daniel, "Analysis and size reduction of various printed monopoles with different shapes", Electronics Letters, Oct., 1994 Vol, 30 No. 21, pp.1725-1726
- [3] Narayan Prasad Agrawal, Girish Kumar, and K.P. Ray, "New Wideband Monopole Antennas" Antennas and Propagation Society 1997, IEEE International Symposium, Vol, 1 pp. 248-251
- [4] E. Lee, P. S. Hall and P. Gardner, "Compact wideband planar monopole antenna", Electronics Letters, Dec., 1999 Vol, 35 No. 25, pp.2157-2158
- [5] Duixian Liu, "A Multi-Branch Monopole Antenna for Dual-Band Cellular Applications", Antennas and Propagation Society 1999, IEEE International Symposium, Vol, 3 pp. 1578-1581
- [6] Zhi Ning Chen, Kazuhiro Hirasawa, and Ke Wu "A Novel Sleeve Monopole with Broad Bandwidth", Antennas and Propagation Society 1999, IEEE International Symp., Vol, 2 pp. 1244-1247
- [7] HFSS(High Frequency Structure Simulator) ver 7.0, Ansoft Corporation.